

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа базовой инженерной подготовки
Направление подготовки: Автоматизация технологических процессов и производств
Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Колесный робот автосопровождения

УДК 621.865.8.001.6:004.31

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т40	Ван Ян		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Замятин С.В.	Кандидат технических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Петухов О.Н.	Кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Штейнле А.В.	Кандидат медицинских наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств	Громаков Е.И.	Кандидат технических наук, доцент		

Томск – 2018 г.

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код результата	Результат обучения (Выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Обладать естественнонаучными и математическими знаниями для решения инженерных задач в области разработки, производства и эксплуатации систем управления техническими объектами и средств автоматизации.
P2	Обладать знаниями о передовом отечественном и зарубежном опыте в области управления техническими объектами с использованием вычислительной техники
P3	Применять полученные знания (P1 и P2) для формулирования и решения инженерных задач при проектировании, производстве и эксплуатации современных систем управления техническими объектами и их составляющих с использованием передовых научно-технических знаний, достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие методы анализа и синтеза систем управления, методы расчета средств автоматизации, уметь выбирать и использовать подходящее программное обеспечение, техническое оборудование, приборы и оснащение для автоматизации и управления техническими объектами.
P5	Уметь находить электронные и литературные источники информации для решения задач по управлению техническими объектами.
P6	Уметь планировать и проводить эксперименты, обрабатывать данные и проводить моделирование с использованием вычислительной техники, использовать их результаты для ведения инновационной инженерной деятельности в области управления техническими объектами.
P7	Демонстрировать компетенции, связанные с инженерной деятельностью в области научно-исследовательских работ, проектирования и эксплуатации систем управления и средств автоматизации на предприятиях и организациях – потенциальных работодателях, а также готовность следовать их корпоративной культуре
Универсальные компетенции	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации и управления техническими объектами, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам.
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа базовой инженерной подготовки
Направление подготовки: Автоматизация технологических процессов и производств
Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
158Т40	Ван Ян

Тема работы:

Колесный робот автосопровождения	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Платформа Arduino UNO, контроллер Ardumoto L298N, ультразвуковой дальномер HC-SR04, три инфракрасных датчиков E18-D80NK, два коллекторных двигателя постоянного тока, шасси модель с четырьмя колесами, питание 11.1В.
--	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Колесный робот автосопровождения; 2. Подбор аппаратуры мобильного робота; 3. Подбор датчиков мобильного робота; 4. Разработка алгоритма и программирование; 5. Разработка системы; 6. Разработка системы управления скоростью движения робота; 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 8. Социальная ответственность.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Петухов О.Н.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Штейнле А.В.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Замятин С.В.	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158T40	Ван Ян		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
158Т40	Ван Ян

Инженерная школа	ШБИП	Отделение	Автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	В исследовании задействовано 2 человека: студент – исполнитель, научный руководитель.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Данная НИР проводится впервые, поэтому нормы и нормативы расходования ресурсов отсутствуют
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления по страховым взносам – 30% от ФОТ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение SWOT-анализа
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры и трудоёмкости работ в рамках НИ, разработка графика проведения НИ, планирование бюджета НИ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчёт интегрального показателя финансовой эффективности, интегрального финансового показателя, интегрального показателя ресурсоэффективности для всех видов исполнения НИ

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT
2. Альтернативы проведения НИ
3. График проведения и бюджет НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Петухов О.Н.	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т40	Ван Ян		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФНО
158Т40	Ван Ян

Инженерная школа	ШБИП	Отделение	Автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Работа выполнялась в лаборатории Школы базовой инженерной подготовки (ШБИП). Рабочей зоной являлось помещение лаборатории площадью 60 м², включающее 2 персональных компьютеров, оптический микроскоп МБС-10, микротвердомер МОВ-1-16х, установка УМП-7, полировально-шлифовальный станок.</p> <p>Работник может подвергаться действию опасных факторов: поражение электрическим током, возникновение пожаров в результате короткого замыкания. Негативное воздействие на окружающую среду в процессе работы практически отсутствует. Наиболее вероятно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного характера в результате производственных аварий и пожаров.</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>В соответствии с ГОСТ Р ИСО 26000-2012 Руководство по социальной ответственности</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>Высокая температурная среда способствует быстрой утомляемости работающего, может привести к перегреву организма, тепловому удару. Для поддержания нормальных параметров микроклимата в рабочей зоне применяются следующие мероприятия: устройство систем вентиляции, кондиционирование воздуха и отопление.</p>
<p>1. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Основными причинами воздействия тока на человека являются: случайное прикосновение к токоведущим частям. С точки зрения электробезопасности (ГОСТ 12.1.030-81) оборудование, запитываемое напряжением выше 42 В, должно быть заземлено или занулено. Обязательно должна быть предусмотрена возможность быстрого отключения напряжения с разделительного щита.</p>

<p>2. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Негативное воздействие объекта на окружающую среду практически отсутствует кроме небольшого количества отходов в виде отработанных материалов для исследований.</p>
<p>3. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>Возможные ЧС на объекте: техногенного характера - производственные аварии и пожары. Наиболее типичной ЧС для ИФПМ являются пожары на производстве. В целях предотвращения возгорания необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием. Основными мероприятиями, обеспечивающими успешную эвакуацию людей и имущества из горящего здания, являются: составление планов эвакуации; назначение лица, ответственного за эвакуацию, которое должно следить за исправностью дверных проемов, окон, проходов и лестниц; ознакомление работающих в лаборатории сотрудников с планом эвакуации, который должен висеть на видном месте. Кроме того, каждое помещение оборудовано системой противопожарной сигнализации.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>Рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам. В соответствии с СН-245-71 в помещении должен быть организован воздухообмен. В соответствии с СН-181-70 рекомендуются следующие цвета окраски помещений: потолок - белый или светлый цветной; стены - сплошные, светло-голубые; пол - темно-серый, темно-красный или коричневый. Применение указанной палитры цветов обусловлено ее успокаивающим воздействием на психику человека, способствующим уменьшением зрительного утомления.</p>
<p>Перечень графического материала:</p>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Штейнле А.В.	Кандидат медицинских наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158T40	Ван Ян		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 85 страниц текста, 13 рисунков, 13 таблиц, 21 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: мобильный робот, системы следования, платформа, контроллер, дальномер, инфракрасный датчик, система автоматизированного управления, двигатель, ПИД-регулятор, широтно-импульсная модуляция.

Объектом исследования является колесный робот автосопровождения на базе платформы Arduino UNO.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка и реализация колесного робота автосопровождения.

В процессе исследования проводился подбор аппаратуры мобильного робота, подбор датчиков мобильного робота, разработка алгоритма и программирование, разработка системы управления скоростью движения робота. Был произведен экспериментальный подбор параметров ПИД-регулятора.

В результате исследования был реализован колесный робот автосопровождения.

Область применения: в промышленности, сельском хозяйстве, бытовой жизни, военной и гражданской отраслях.

Оглавление

РЕФЕРАТ.....	8
Введение	12
1. Автоматический следящий робот	13
2. Аппаратура следящего робота	16
2.1 Аппаратно-вычислительная платформа Arduino UNO	16
2.1.1. Общие сведения о платформе Arduino UNO	16
2.1.2. Характеристики платформы Arduino UNO.....	16
2.1.3. Входы и выходы платформы Arduino UNO.....	17
2.1.4. Программирование на платформе Arduino UNO	19
2.2 Контроллер Ardumoto L298N.....	19
2.2.1 Общие сведения о контроллере Ardumoto L298N	19
2.2.2 Подключение контроллера Ardumoto L298N	21
2.3 Ультразвуковой дальномер HC-SR04	22
2.3.1 Общие сведения об ультразвуковом дальномере HC-SR04.....	22
2.3.2 Входы и выходы ультразвукового дальномера HC-SR04	23
2.3.3 Характеристики ультразвукового дальномера HC-SR04	23
2.3.4 Подключение ультразвукового дальномера HC-SR04	24
2.4 Инфракрасный датчик E18-D80NK.....	25
2.4.1 Общие сведения об инфракрасном датчике E18-D80NK.....	25
2.4.2 Интерфейс инфракрасного датчика E18-D80NK	25
2.4.3 Характеристики инфракрасного датчика E18-D80NK	26
2.4.4 Подключение инфракрасного датчика E18-D80NK	26

3. Разработка системы управления	27
3.1 Аппаратная часть системы.....	27
3.2 Принцип действия системы.....	29
3.3 ПИД – Регулятор	31
3.3.1 Общее сведение о ПИД-регулятор	31
3.3.2 Структурная схема системы.....	31
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ..	33
4.1 Определение коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	35
4.1.1 SWOT - анализ	35
4.2 Планирование научно-исследовательских работ	39
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	39
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	41
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	42
4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	47
4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ	47
4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ:	50
4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....	50
4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) ..	51
4.3.5 Накладные расходы	52

4.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	53
5. Социальная ответственность	56
5.1 Производственная безопасность	57
5.2. Экологическая безопасность	67
5.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	77
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	78
ПРИЛОЖЕНИЕ А	80

Введение

Мобильный робот является одним из важнейших направлений в сфере исследования робототехники и используется в различных областях: в промышленности, сельском хозяйстве, а также в военной и гражданской отраслях, как например робот-сапер или пожарный робот.

Мобильная робототехника применяется повсеместно как в промышленности, так и в быту. Поэтому робот должен уметь воспринимать окружающую среду и самостоятельно выполнять свои задачи. Мобильный следящий робот является популярной областью исследования, который служит для индивидуальных задач. Автоматический следящий робот может помочь людям выполнить указанные задачи во многих областях. Например, в аэропорту или супермаркете он может помогать людям провести багажи, на заводе транспортировать изделия. В настоящее время способ следования, в основном, основан на технологии обработки изображений, инфракрасных и ультразвуковых датчиках.

В данной работе был спроектирован автоматический следящий робот, основанный одновременно на инфракрасных и ультразвуковых датчиками. Особенностью данного робота является смена направления движения и скорости в зависимости от положения объекта относительно собственной позиции. Определяя позиционную характеристику следующего объекта, с помощью системы управления движения, мобильный робот может реализовать функцию слежения за объектом.

1. Автоматический следящий робот

В конце 60-х годах 20-ого века началось исследование мобильного робота, Первый мобильный робот «Shakey» был разработан в Стэнфордском институте (SRI) в США. К середине 1980-х годов, автономным рассуждением, планированием и контролем робота в комплексной среде стало популярным направлением исследования в различных лабораториях и исследовательских институтах, который содействовал диверсифицированному развитию мобильных роботов.

С развитием технологий, с 1990-х годов исследования мобильных роботов развивались в практическом направлении. Восьмифутовый пешеходный робот «Dandy 2» реализовал высокую мобильность и дистанционное управление. Германия разработала коляска-робот, который может непрерывно работать 36 часов в переполненных средах. В настоящее время большое количество мобильных роботов используется на логистической отрасли. Корпорация «Amazon» исследовал и разработал робот «Kiva», который значительно сократил рабочую силу и повысил эффективность. Всемирно известная роботизированная компания «Boston Dynamics» разработал различные мобильные роботы как «Petman», «Big Dog», «Atlas» и.т.д. представляющие собой самый высокий уровень в сфере мобильного робота в мире.

В будущем, с развитием искусственного интеллекта, мобильные роботы откроют более широкие возможности. Например, беспилотные технологии являются наиболее популярной областью исследования. Кроме этого, все больше и больше мобильных роботов войдут в нашу жизнь и будут играть важные роли, например, роботы-чистильщики начали появиться в нашей жизни.

Чтобы реализовать следование за объектом, необходимо рассмотреть следующие вопросы: механическая структура робота, управление движением, навигация и позиционирование.

При выборе и планировании механической структуры необходимо рассмотреть практическую среду работы и требования к задаче. Обычные механические структуры это гусеничный, футовый и колесный. В данной работе рассматривается робот в плоской открытой внутренней среде, поэтому выбираем колесную структуру благодаря удобству. В зависимости от количества колес, роботы подразделяются на одноколесный, двухколесный, трехколесный, четырехколесный и многоколесный вид. Одноколесные роботы имеют низкую стабильность. Двухколесные роботы имеют достоинство маленькой объемы, высокой гибкость, но стабильность тоже плохая. Трехколесный и четырехколесный обо имеют высокую стабильность и обладают ведущими колесами и поддерживающими колесами. В данной работе используется четырехколесная структура, гарантируя мощность и стабильность.

Процесс управление движением мобильного следящего робота осуществляется приводом двигателей и выполнением указанных действий исполнительного органа. Главные способы управления движением это разомкнутое управление, замкнутое управление и полужамкнутое управление. Чтобы гарантировать точность управлением движения, данный проект применяет замкнутую система управления движением составляющую из двигателей, кодирующего устройства.

Основные характеристики следящего робота отражены в навигации и позиционировании. В динамической неизвестной среде, при детектировании окружающей среды и относительного положения от объекта с помощью датчиков, робот может реализовать автоматическое следование. В настоящий момент, самые распространенные способы навигации являются зрительным, инфракрасным и ультразвуковым.

Принцип зрительной навигации в том, что компьютер или встраиваемая система обрабатывает изображения и различает образец тела и определит данные

движения и пространственное расположение объекта, следовательно, осуществляет функцию навигации.

Инфракрасная навигация при отправлении и приеме инфракрасного луча определяет положение объекта и реализует функцию навигации.

Достоинство ультразвуковой навигации заключается в том, что данный способ не зависит от условий освещения, поэтому данный часто применяется в рабочей среде с неудовлетворительными условиями освещения, однако, легко подвержены воздействию окружающей среды.

При работе мобильного следящего робота следует рассматривать управление следованием и объезд препятствий в процессе движения к объекту. В данной работе система собирает информацию положения объекта с помощью инфракрасных и ультразвуковых датчиков, затем отправляет управляющие команды двигателям и выполняет функцию следования.

Автоматический следящий робот создается на базе таких аппаратно-вычислительных платформ как: Arduino, Raspberry Pi, Phidgets и других.

2. Аппаратура следящего робота

2.1 Аппаратно-вычислительная платформа Arduino UNO

2.1.1. Общие сведения о платформе Arduino UNO

Arduino UNO – это платформа для физических вычислений с открытым исходным кодом на основе простой платы ввода-вывода и среды разработки, которая реализует язык Processing / Wiring.

Внешний вид устройства представлен на рисунке 2.1.1.1:



Рисунок 2.1.1.1 – Внешний вид платформы Arduino UNO

Данная платформа имеет 6 аналоговых входов, 14 цифровых входов/выходов (6 из них могут быть использованы как выходы ШИМ именно 3, 5, 6, 9, 10, 11), разъем ICSP (In-Circuit Serial Programming или внутрисхемное программирование), силовой разъем, разъем USB (Universal Serial Bus или универсальная последовательная шина), кварцевый генератор 16 МГц, и кнопку перезагрузки.

Для работы платформу необходимо подключить к компьютеру при помощи кабеля USB или подать питание, используя источник постоянного питания или батареи автономных элементов питания [1].

2.1.2. Характеристики платформы Arduino UNO

Платформа Arduino UNO обладает следующими характеристиками:

- Микроконтроллер: ATmega 328;
- рабочее напряжение: 5 В;
- входное напряжение (рекомендуемое): 7-12 В;
- входное напряжение (предельное): 6-20 В;
- цифровые входы/выходы: 14 (6 из которых могут использоваться как выходы ШИМ);
- аналоговые входы: 6;
- постоянный ток через вход/выход: 40 мА;
- постоянный ток для вывода 3,3 В: 50 мА;
- флеш-память: 32 Кб (ATmega328), из которых 0,5 Кб используются для загрузчика;
- ОЗУ: 2 Кб (ATmega328);
- EEPROM: 1 Кб (ATmega328);
- Тактовая частота: 16 МГц.

Платформа Arduino UNO может получать питание от внешнего источника или через подключение USB. Выбор источника питания производится автоматически.

Внешнее питание может подаваться батареей автономных элементов питания или через источник питания постоянного тока. Провода от батареи подключаются к выводам GND и VIN разъема питания. Подключение преобразователя напряжения происходит при помощи разъема диаметром 2,1 мм с центральным положительным полюсом

2.1.3. Входы и выходы платформы Arduino UNO

Каждый цифровой интерфейс платформы Arduino UNO может быть настроен как вход или выход при объявлении типа 'вход-выход' интерфейса по функции pinMode(). Для каждого из интерфейсов имеется нагрузочный резистор 20-50 кОм, который может пропускать ток до 40 мА.

Интерфейсы питания платформы Arduino UNO:

- VIN: данный интерфейс используется для подключения питания от внешнего источника. Рекомендуемое напряжение от 7 до 12 В, предельное напряжение от 6 до 20 В;
- 5V: регулируемый источник напряжения, который используется для питания микроконтроллера и компонентов на плате. Питание подается от вывода VIN, от разъема USB или от другого регулируемого источника питания с напряжением 5 В;
- 3.3V: регулируемый источник напряжения, который используется для питания микроконтроллера и компонентов на плате. Питание подается от вывода VIN, от разъема USB или от другого регулируемого источника питания с напряжением 3.3 В;
- GND (заземление): интерфейс заземления;
- Последовательный интерфейс: номер 0 (RX) и 1 (TX). Данные интерфейсы предназначены для получения (RX) и передачи (TX) данных по интерфейсу TTL (Transistor-transistor logic или транзистор-транзисторная логика). Выводы 0 и 1 подключены к соответствующим выводам микросхемы ATmega8U2, которая выполняет преобразование USB-to-TTL;
- Внешнее прерывание: выводы 2 и 3. Данные выводы вызывают прерывания по переднему и заднему фронтам, при изменении значения или на младшее значение;
- Широтно-импульсная модуляция (ШИМ): выводы 3, 5, 6, 9, 10, 11. Любой из данных выводов обеспечивает ШИМ с разрешением 8 бит, используя функцию analogWrite();
- Интерфейс SPI (Serial Peripheral Interface или последовательный периферийный интерфейс): выводы 10 (SS – Slave Select или выбор подчиненного устройства), 11 (MOSI – Master Out Slave In или передача данных подчиненному устройству), 12 (MISO – Master In Slave Out или передача данных управляющему устройству), 13

(SCK – Serial Clock или периодические часы). Данные выводы осуществляют связь SPI;

- LED (Light-Emitting Diode или светодиод): вывод 13. Встроенный светодиод, который подключен к цифровому выводу 13. Светодиод загорается при получении значения HIGH, при получении значения LOW – гаснет.
- Аналоговые интерфейсы: интерфейсы номер A0-A5 представляют собой аналоговыми выходами имеющие разрешение 10 бит. Диапазон напряжений от 0 до 5 В.

2.1.4. Программирование на платформе Arduino UNO

Микроконтроллер Mega2560 запрограммирован с использованием среды Arduino IDE. Предварительно запустите программу загрузки bootloader во флэш-памяти, которое основано на оригинальный протокол связи STK500. Обычно bootloader написан на языке C или ассемблере. Кроме этого, также может обойти загрузчик и использовать провайдер Arduino для программирования через заголовок ICSP (In-Circuit Serial Programming).

2.2 Контроллер Ardumoto L298N

2.2.1 Общие сведения о контроллере Ardumoto L298N

Ardumoto L298N – это специализированная интегральная схема драйвера двигателей, основана на схеме двухканального H-моста. Он может приводить в действие индуктивные нагрузки, такие как мощные двигатели постоянного тока, шаговые двигатели, электромагнитные клапаны и т.д. В частности, его вход может быть напрямую связан с микроконтроллером, который очень легко контролировать с помощью микроконтроллера.

Внешний вид устройства представлен на рисунке 2.2.1.1:

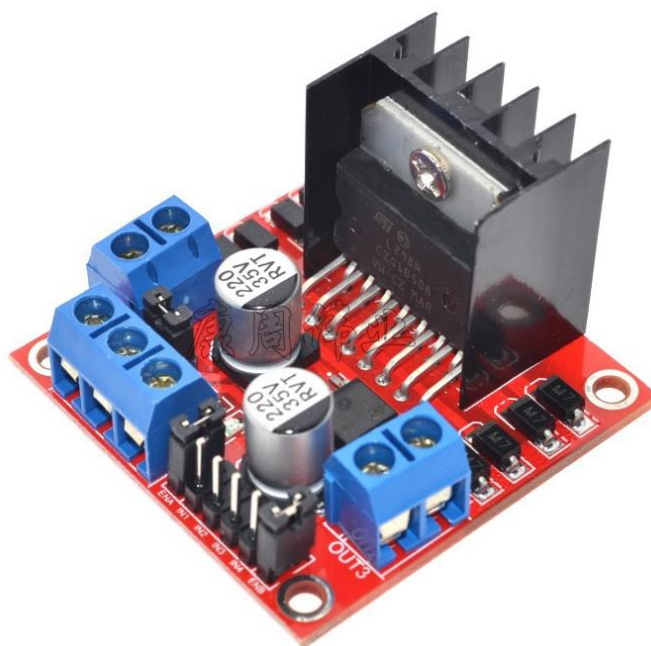


Рисунок 2.2.1.1 – Внешний вид контроллера Ardumoto L298N

Контроллер L298N способен управлять двумя коллекторными двигателями постоянного тока, напряжением 3-16 В и максимальным до 2 А на канал. Кроме этого, он обеспечивает интерфейс вывода 5 В, способен подавать питание платформу Arduino.

Характеристики контроллера L298N:

- Драйвер чипа: L298N двухканальный Н-мостовой преобразователь
- Входное напряжение: +6 ~ +30 В.
- Выходной ток логических выводов: 0 ~ 36 mA
- Пиковый выходной ток: 2 А
- Максимальная мощность: 20 Вт
- Температура работы: -25°C~130°

Выходы контроллера L298N:

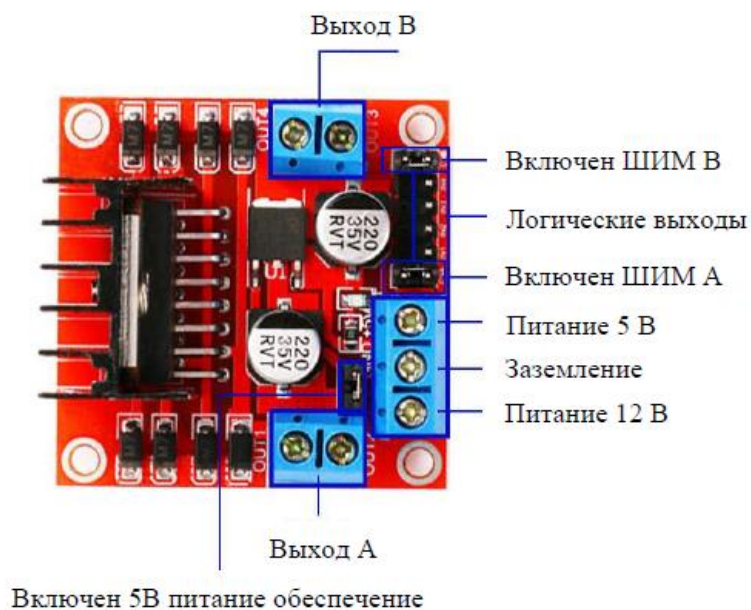


Рисунок 2.2.1.2 –Схема выводов контроллера Ardumoto L298N

2.2.2 Подключение контроллера Ardumoto L298N

Логические сигналы контроля с платформы Arduino входят в входы IN1 ~ IN4, реализована управления двигатель, в качестве каналы IN1, IN2 управляют двигателями А, каналы IN3, IN4 управляют двигателями В. Они работают по следующей таблице.

Таблица 2.2.2.1 – Выходы платформы Arduino UNO

Двигатель	Режим работы	IN1	IN2	IN3	IN4
M1	Вперед	HIGH	LOW	/	/
	Назад	LOW	HIGH	/	/
	Стоп	LOW	LOW	/	/
M2	Вперед	/	/	HIGH	LOW
	Назад	/	/	LOW	HIGH
	Стоп	/	/	LOW	LOW

Выходы ENA, ENB позволяют управлять двигателями по ШИМ, когда требуется управление скорости двигателей нужно отсоединить крышки переключки выводов и вводить сигналы ШИМ с платформы Arduino в выводы ENA, ENB контроллера. Пример подключения представлен на рисунке 2.2.2.1:

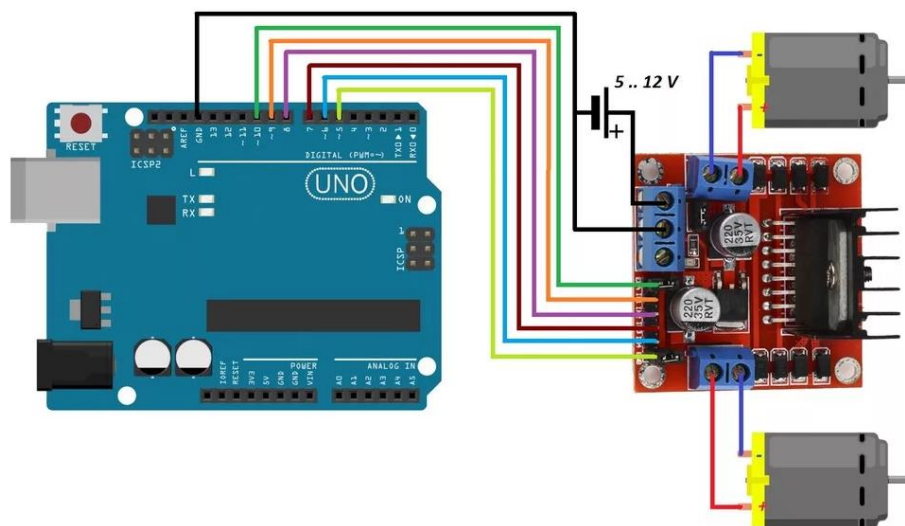


Рисунок 2.2.2.1 – Подключение контроллера Ardumoto L298N к платформе Arduino UNO и двигателям

2.3 Ультразвуковой дальномер HC-SR04

2.3.1 Общие сведения об ультразвуковом дальномере HC-SR04

HC-SR04 – это ультразвуковой дальномер обеспечивающий бесконтактную измерительную функцию с диапазоном от 2 до 400 см.

Внешний вид устройства представлен на рисунке 2.3.1.1:



Рисунок 2.3.1.1 – Внешний вид ультразвукового дальномера HC-SR04

Ультразвуковой дальномер определяет расстояние между собой и объектом. При вводе логического сигнала «1» по меньшей мере 10 микросекунда активировать дальномер, он генерирует 8 звуковых импульсов на частоте 40 кГц и определит наличие ли импульс вернется. Расстояние до объекта определяется путем расчета времени распространения звуковых импульсов с отправки до приема. Следующий звуковой импульс может быть излучен только после исчезновения эха от предыдущего импульса.

2.3.2 Входы и выходы ультразвукового дальномера HC-SR04

Ультразвуковой дальномер HC-SR04 имеет следующие входы и выходы:

- VCC: положительный контакт питания;
- Trig: цифровой вход. На этот вход подается логическая единица на время, равное 10 мкс, с целью запуска измерения;
- Echo: цифровой выход. После завершения измерения на этот выход подается логическая единица на время, пропорциональное расстоянию объекта;
- GND: отрицательный контакт питания.

2.3.3 Характеристики ультразвукового дальномера HC-SR04

Ультразвуковой дальномер HC-SR04 обладает следующими характеристиками:

- Напряжение питания: 5В;
- потребление в режиме ожидания: 2 мА;
- потребление в режиме работы: 15 мА;
- рабочая частота: 40 кГц;
- диапазон измерения: 2-400 см;
- эффективный угол наблюдения: 15°;

2.3.4 Подключение ультразвукового дальномера HC-SR04

Подключение ультразвукового дальномера HC-SR04 к платформе Arduino UNO осуществляется напрямую или при помощи специальной платы расширения. При помощи проводов вывод VCC ультразвукового дальномера подключается к выводу 5 V платформы Arduino UNO. Вывод GND дальномера подключается к соответствующему выводу платформы. Выводы Trig и Echo подключаются к любым цифровым выводам Arduino UNO. Для работы датчики в первых необходимо подает логическую единицу к выводу Trig на время не меньше 10 мкс и после этого можно получить сигнал времени с вывода Echo. Математических преобразований получим исходные данные на значение расстояния, по равновесии:

$$l = (v_s \times \Delta t)/2$$

где: l – расстояние между роботом и объектом

v_s – скорость звука (340м/с)

Δt – разность времени высокого уровня

Пример подключения представлен на рисунке 2.3.4.1:

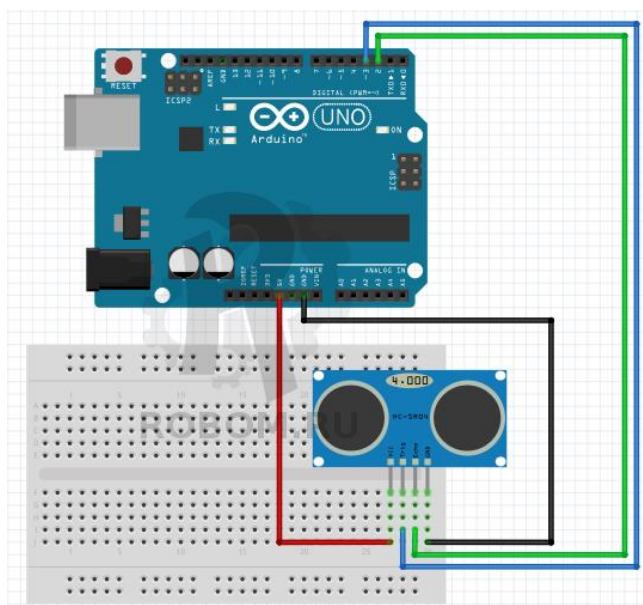


Рисунок 2.3.4.1 – Подключение ультразвукового дальномера HC-SR04 к платформе Arduino UNO

2.4 Инфракрасный датчик E18-D80NK

2.4.1 Общие сведения об инфракрасном датчике E18-D80NK

E18-D80NK – инфракрасный фотоэлектрический датчик типа диффузионного отражения, объединяющий передатчик и приемник в одном. Передатчик непрерывно отправляет инфракрасный луч, приемник принимает световой пучок, отражающий от объекта и преобразует его в электрический сигнал, а затем передает усилителю сигнала и возвращается на платформу. В соответствии с требованиями, расстояние измерения может варьироваться от 3 см до 20 см. Достоинством данного датчика являются широкий диапазон измерения, помеха от видимого света небольшая, низкая цена, удобство исполнения. Его часто применяют на линиях сборки.

Внешний вид устройства представлен на рисунке 2.4.1.1:



Рисунок 2.4.1.1 – Внешний вид инфракрасный датчик E18-D80NK

2.4.2 Интерфейс инфракрасного датчика E18-D80NK

Инфракрасный датчик E18-D80NK имеет следующие входы и выходы:

- VCC: положительный контакт питания;
- GND: отрицательный контакт питания.
- SIG: вывод сигналы обнаружения.

При обнаружении объекта на выходе SIG возвращается логический сигнал нижнего уровня, в против случае возвращается логический сигнал высокого уровня.

2.4.3 Характеристики инфракрасного датчика E18-D80NK

Инфракрасный датчик E18-D80NK обладает следующими характеристиками:

- Напряжение питания: 5В;
- Выходной ток: 100 мА;
- Метод вывода: NPN трехпроводный нормально разомкнутый
- Время отклика: < 2 мс;
- Расстояние измерения: 3~80 см
- Угол измерения: $\leq 15^\circ$;
- Диаметр: 18 мм;
- Длина провода: 80 см;
- Температура рабочей среды: $-25^\circ \text{C} \sim +55^\circ \text{C}$

2.4.4 Подключение инфракрасного датчика E18-D80NK

В данном проекте используются 3 инфракрасных датчики. Соединяем датчики и платформу по макетной плате. Их выводы VCC параллельно подключат к положительному полюсу питания, выводы GND параллельно подключат к отрицательному полюсу питания; выводы SIG соответственно подключат к разным входам платформа. Пример подключения представлен на рисунке 2.4.4.1:

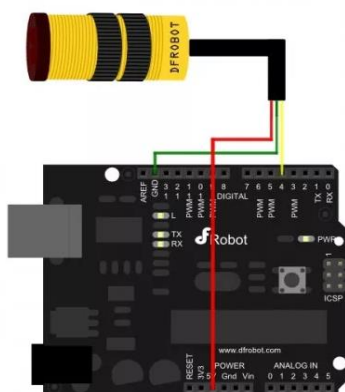


Рисунок 2.4.4.1 – Подключение инфракрасного датчика E18-D80NK к платформе Arduino UNO

3. Разработка системы управления

3.1 Аппаратная часть системы

Аппаратную часть системы составляют:

- Аппаратно-вычислительная платформа Arduino UNO;
- контроллер Ardumoto L298N;
- ультразвуковой дальномер HC-SR04;
- инфракрасные датчики E18-D80NK;
- коллекторные двигатели постоянного тока;
- внешний источник питания.

Для объединения всех составных частей системы используется макетная плата. Схема подключения системы представлена на рисунке 3.1.1:

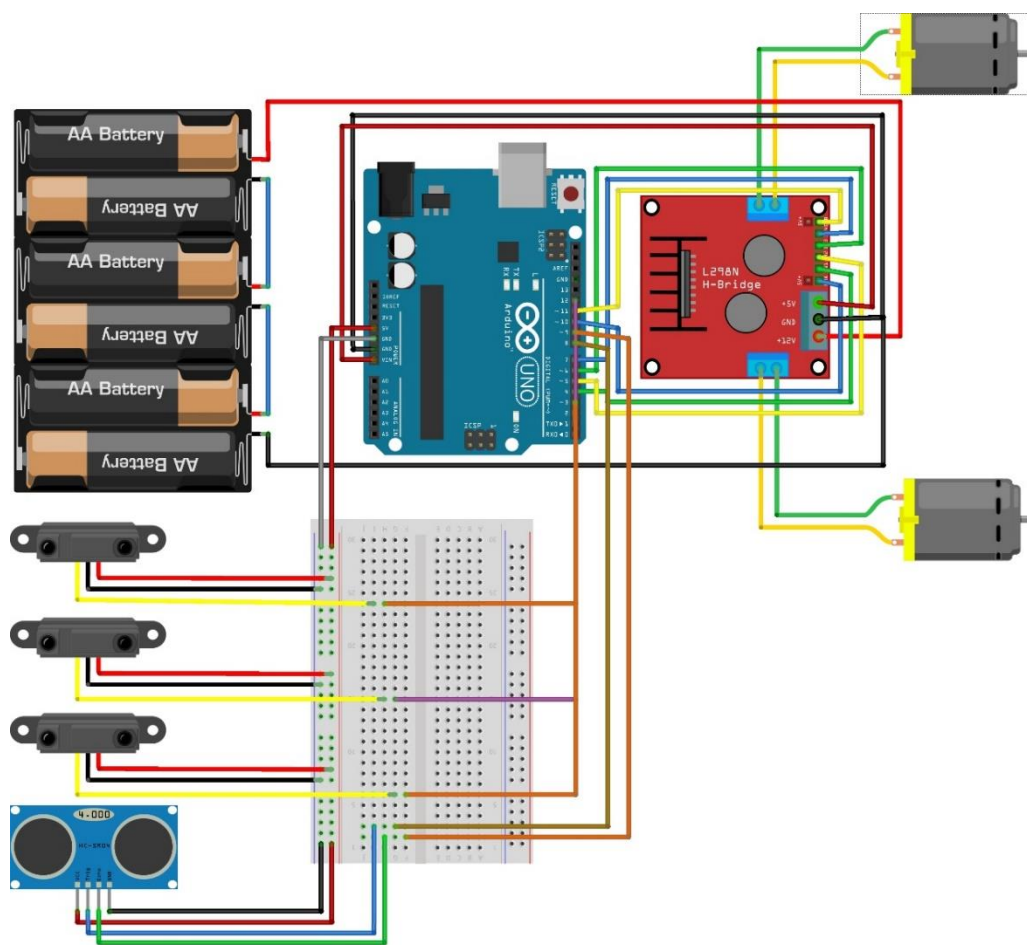


Рисунок 3.1.1 – Схема подключения системы

Ультразвуковой датчик устанавливается на макетной плате, при помощи гибких проводников подводятся выходы Trig и Echo датчика к выходам платформы Arduino 8, 9. Выходы VCC и GND датчика подводятся к части питания макетной платы. Выходы левого, правого, среднего инфракрасных датчиков подводятся соответственно к выходам платформы Arduino 2, 3, 12. Их выходы VCC и GND параллельно подводятся к части питания макетной платы. От выходов 5V и GND платформы Arduino при помощи гибких проводников подводится питание к макетной плате. Логические выходы контроллера Ardumoto L298N IN1, IN2, IN3, IN4, при помощи гибких проводов подключаются к выходам платформы Arduino 4, 5, 6, 7, соответственно. Выходы ШИМ левого и правого двигателей ШИМ А, ШИМ В подводятся к выходам платформы 10, 11. К выходам 12 V и GND контроллера Ardumoto L298N подводится питание от внешнего источника питания при помощи гибких проводников. Одновременно контроллер играет роль источника питания обеспечивающий питание платформы Arduino. Для этого подводится выход контроллера 5 V к выходу платформы Vin. На конец соединяют двигатели с контроллером. На этом процесс подключения составных частей системы завершен.

В итоге мобильный робот представлен на следующие:

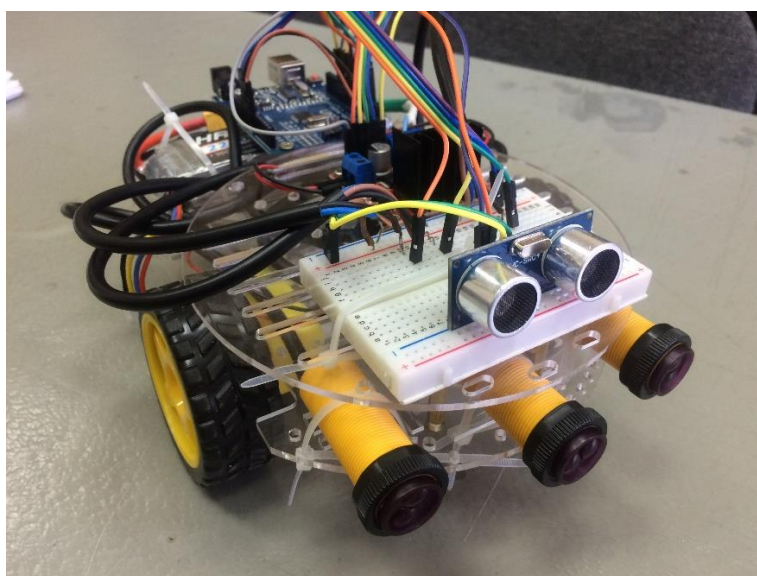


Рисунок 3.1.2 – Внешний вид следящего робота (1)

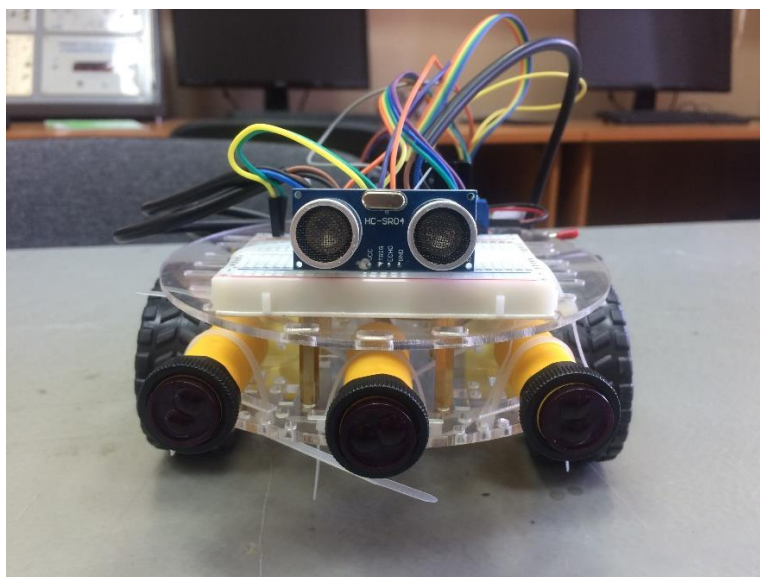


Рисунок 3.1.3 – Внешний вид следящего робота (2)

3.2 Принцип действия системы

Данный мобильный робот реализует функцию автоматического следования и, в соответствии с расстоянием между объектом и роботом, регулирует скорость движения.

Для реализации функции автоматического следования первым делом необходимо определить положение объекта относительно робота. Информация положения содержит в себе два главных параметра: направление и расстояние. В данной работе для определения направления объекта используются инфракрасные датчики установленные слева, справа и по центру. Инфракрасный датчик позволяет определить перед роботом находится объект или нет. Левый, правый и средний совместно определяют положение объекта в общем. Далее, требуется определить расстояние между роботом и объектом. По причине наличия в системе только одного датчика по центру, роботу необходимо сначала спозиционировать себя фронтально, по отношению к объекту, а затем измерить расстояние до него. На последнем шаге, если объект отсутствует в диапазоне обнаружения робота, тогда робот поворачивается на месте и входит в режим поиска до следующего обнаружения объекта. Блок-схема движения системы представлена на рисунке 3.2.1:

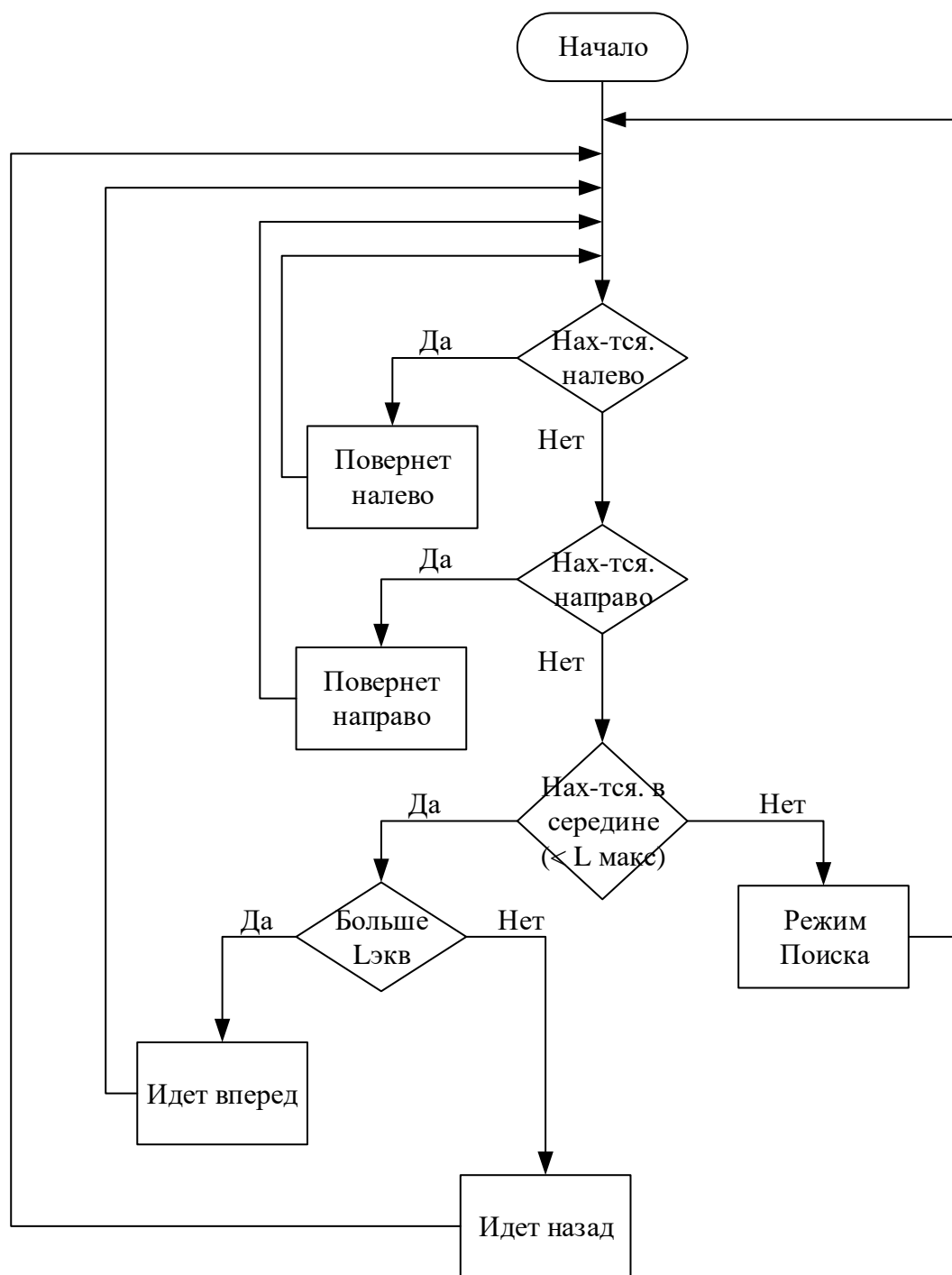


Рисунок 3.2.1 – Блок-схема движения системы

3.3 ПИД – Регулятор

3.3.1 Общее сведение о ПИД-регулятор

В работе установлена система автоматического регулирования скорости движения мобильного робота. Функция системы реализована путем ПИД-регулятора, который управляет скорости движения робота в зависимости от расстояния между роботом и объектом.

ПИД-регулятор – это пропорционально-интегрально-дифференцирующий регулятор, используемый для формирования управляющего воздействия, состоящего из трех слагаемых: первое – пропорциональное рассогласованию, второе – интеграл рассогласования, третье – производная рассогласования.

Выходная переменная регулятора описывается выражением:

$$u(t) = K_p(e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t)dt + T_d \frac{de(t)}{dt}),$$

где t – время,

K – пропорциональный коэффициент,

T_i – постоянная интегрирования,

T_d – постоянная дифференцирования

3.3.2 Структурная схема системы

На рисунке 3.3.2.1 представлена структурная схема системы:

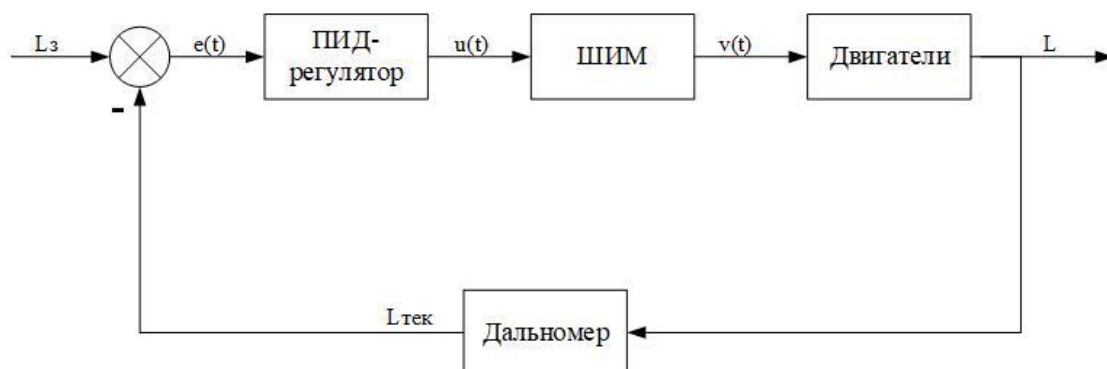


Рисунок 3.3.2.1 – Структурная схема системы

На рисунке 3.3.2.1 используются следующие обозначения:

L_z – уставка расстояния;

$e(t)$ – ошибка регулирования по расстоянию;

$v(t)$ – скорость движения двигателя

$L_{тек}$ – текущее расстояние

Двигатели начинают вращение с изначально заданной скоростью. С началом вращения двигателя ультразвуковой дальномер генерирует звуковые импульсы и измеряют расстояние до объекта.

Расстояния, заданные и измеренные дальномером, поступают на сумматор, где высчитывается их разность. Полученная величина $e(t)$ поступает на вход ПИД-регулятор, который формирует управляющее воздействие $u(t)$. Величина $u(t)$ поступает на ШИМ. На выходе ШИМ получает скорость движения двигателя. На обратной связи ультразвуковой дальномер измеряет расстояние до объекта и поступает на сумматор.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности (потенциала) разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований. Через такую оценку ученый может найти партнера для дальнейшего проведения научного исследования, коммерциализации результатов такого исследования и открытия бизнеса.

Необходимо понимать, что коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, чтобы удовлетворить потребителя, каков бюджет научного проекта, сколько времени потребуется для выхода на рынок и т.д.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта. Достижение цели обеспечивается решением задач:

1. оценки коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;

2. определение возможных альтернатив проведения научных исследований;

3. планирование научно-исследовательских работ;

4. определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

С учетом решения данных задач была сформирована структура и содержание раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».

4.1 Определение коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Для оценки коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения существуют следующие решения: технология QuaD, оценка конкурентных инженерных решений, SWOT-анализ, ФСА-анализ, метод Кано. Однако, в 49 большей степени все перечисленные методы ориентированы на совершенствование результатов научного исследования находящего на стадии создания макета, модели систем, прототипа, конечного результата. Если разработка находится на перечисленных стадиях жизненного цикла нового продукта, можно предложить не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования.

Однако, если разработка не относится к вышеописанным стадиям, рекомендуется использовать морфологический подход, как как возникают сложности применения вышеописанных методов на предпроектной и начальной стадиях проведения научных исследований.

4.1.1 SWOT - анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Сильные стороны. Сильные стороны – это факторы, характеризующие конкурентоспособную сторону научно-исследовательского проекта. Сильные стороны свидетельствуют о том, что у проекта есть отличительное преимущество или особые ресурсы, являющиеся особенными с точки зрения конкуренции. Другими словами, сильные стороны – это ресурсы или возможности, которыми располагает руководство проекта и которые могут быть эффективно использованы для достижения поставленных целей. При этом важно рассматривать сильные стороны и с точки зрения руководства проекта, и с точки зрения тех, кто в нем еще задействован. 50 Слабые стороны.

Слабость – это недостаток, упущение или ограниченность научно-исследовательского проекта, которые препятствуют достижению его целей. Это то, что плохо получается в рамках проекта или где он располагает недостаточными возможностями или ресурсами по сравнению с конкурентами.

Возможности. Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта, например, тенденцию, изменение или предполагаемую потребность, которая поддерживает спрос на результаты проекта и позволяет руководству проекта улучшить свою конкурентную позицию.

Угроза представляет собой любую нежелательную ситуацию, тенденцию или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые имеют разрушительный или угрожающий характер для его

конкурентоспособности в настоящем или будущем. В качестве угрозы может выступать барьер, ограничение или что-либо еще, что может повлечь за собой проблемы, разрушения, вред или ущерб, наносимый проекту.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT []. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Третий этап, заключительный, представляет собой составление итоговой матрицы SWOT-анализа.

На основании вышеизложенного заполним таблицу 4.1.1.1.

Таблица 4.1.1.1 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Более низкая стоимость производства продукта. С2. Простота разработки. С3. Конкурентоспособность продукта. С4. Наличие прототипа разработки. С5. Высоко квалифицированный персонал.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Повышение цен некоторых компонентов, используемых в разработке. Сл2. Отсутствие бюджетного/внебюджетного финансирования. Сл3. Большой срок поставки компонентов, участвующих в разработке. Сл4. Сложность настройки готового продукта. Сл5. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ для быстрого внедрения продукта на рынок. В2. Финансирование разработки инвесторами. В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт. В4. Использование продукта</p>	<p>Использование инновационной структуры ТПУ позволит повысить конкурентоспособность продукта и ускорить выход на рынок. Повышение стоимости конкурентных разработок способствует большему спросу предлагаемой разработки. Также благодаря</p>	<p>Появление дополнительного спроса на новый продукт и отсутствие финансирования может привести к временным задержкам изготовления продукта. Использование разработки только в одной отрасли позволит заинтересовать ограниченный круг людей, для расширения такового</p>

в робототехнической области В5. Повышение стоимости конкурентных разработок	финансированию спрос увеличится, а срок изготовления готового продукта уменьшится	необходимо выбирать несколько областей.
Угрозы: У1. Введение новых налогов для самозанятого населения. У2. Ограничения, накладываемые на ввоз компонентов из зарубежных стран. У3. Небольшое количество памяти платформы Arduino UNO R3. У4. Выпуск более совершенных, дешевых платформ для программирования. У5. Разработка более совершенного продукта.	Выпуск более совершенных и дешевых платформ позволит уменьшить себестоимость разработки, а также сделать ее гораздо проще. Небольшое количество памяти платформы Arduino UNO R3 плохо сказывается на ПО, поэтому для работы с платформами требуются высококлассные специалисты, что повысит качество изготавливаемого ПО для разработки.	Введение новых налогов увеличит себестоимость продукции, а следовательно, увеличится и стоимость за продукт. При введении ограничений на ввозимый товар, сроки изготовления продукции могут увеличиться, так как необходимо выполнить поиск компонентов, аналогичных по свойствам заменяемым

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ по разработке автоматического следящего робота организовано в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;

- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований

Для выполнения данного научного исследования будет сформирована рабочая группа, в состав которой войдут научный руководитель и студент – дипломник. По каждому виду запланированных работ будут установлены соответствующие должности исполнителей.

В данном разделе составляется перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проводится распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 4.2.1.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Постановка целей и задач, получение исходных данных	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Календарное планирование исследований	Научный руководитель, студент
Проектирование, настройка способы следования робота	4	Проектирование способы обнаружения объекта	Студент
	5	Сборка датчиков управления	Студент
	6	Разработка и программная реализация функции следования	Студент

Проектирование, конструирование и настройка контура регулирования скорости	7	Проектирование управления скоростей	Научный руководитель, студент
	8	Разработка и программная реализация управления скоростей	Студент
	9	Тестирование объекта управления	Научный руководитель, студент
<i>Проведение ОКР</i>			
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Оформление расчетно-пояснительной записки	Студент

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Основная часть трудовых затрат происходят из стоимости разработки, поэтому главным образом рассматриваем трудоемкость работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожi}$ используется следующая формула:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} \quad (4.2.2.1)$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

Для выполнения перечисленных в таблице работ требуются специалисты: студент (С), научный руководитель (НР).

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{oji}}{Ч_i} \quad (4.2.2.2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

t_{oji} – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным построением графика проведения научного исследования является диаграмма Ганта, которая представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датам начала и окончания выполнения научных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}} \quad (4.2.3.1)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (4.2.3.2)$$

где $T_{\text{кал}}$ – календарные дни ($T_{\text{кал}} = 365$);

$T_{\text{вых}}$ – выходные дни ($T_{\text{вых}} = 52$);

$T_{\text{пр}}$ – праздничные дни ($T_{\text{пр}} = 12$).

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 52 - 12} = 1,213 \quad (4.2.3.3)$$











В Таблице 4.2.3.1 приведена длительность этапов работ и число исполнителей, занятых на каждом этапе.

Таблица 4.2.3.1 – Временные показатели проведения научного исследования

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Длительность работ, чел/дн			
					T _р		T _к	
		t_{\min}	t_{\max}	$t_{\text{ож}}$	НР	С	НР	С
Составление и утверждение технического задания	НР	4	7	5,2	5,2		6,3	
Подбор и изучение материалов по теме	С	14	21	18,2		18,2		22,1
Календарное планирование исследований	НР, С	3	5	3,8	1,9	1,9	2	2
Проектирование способы обнаружения объекта	С	14	21	18,2		18,2		22,1
Сборка датчиков управления	С	3	5	3,8		3,8		4,6
Разработка и программная реализация функции следования	С	14	21	18,2		18,2		22,1
Проектирование управления скоростей	НР, С	3	5	3,8	1,9	1,9	2	2

Разработка и программная реализация управления скоростей	С	7	14	9,8		9,8		11,9
Тестирование объекта управления	НР, С	4	7	5,2	2,6	2,6	3,1	3,1
Оформление расчетно- пояснительной записки	С	7	14	9,8		9,8		11,9

Таблица 4.2.3.2 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февр		март			апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	6.3														
2	Подбор и изучение материалов по теме	студент	22.1														
3	Календарное планирование исследований	Руководитель студент	2														
4	Проектирование способы обнаружения объекта	студент	22.1														
5	Сборка датчиков управления	студент	4.6														
6	Разработка и программная реализация функции следования	студент	22.1														
7	Проектирование управления скоростей	Руководитель студент	2														
8	Разработка и программная реализация управления скоростей	студент	11.9														
9	Тестирование объекта управления	Руководитель студент	3.1														
10	Оформление расчетно-пояснительной записки	студент	11.9														
<i>i</i>																	

■ — руководитель

■ — студент

4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;
- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходованных на другие производственные и хозяйственные нужды (проведение испытаний, контроль, содержание, ремонт и эксплуатация оборудования, зданий, сооружений, других основных средств и прочее), а также запасные части для ремонта оборудования, износа инструментов, приспособлений, инвентаря, приборов, лабораторного оборудования и других средств труда, не относимых к основным

средствам, износ спецодежды и других малоценных и быстроизнашивающихся предметов;

- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;
- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований).

В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_{\text{м}} = (1 + k_T) \times \sum_{i=1}^m \Pi_i \times N_{\text{расх}i} \quad (4.3.1.1)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

Π_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

В таблице 4.3.1.1 представлены данные о материальных затратах:

Таблица 4.3.1.1 – Материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Количество	Сумма, руб.
Платформа Arduino UNO	400	1	400
Контроллер Ardumoto L298N	280	1	280
Ультразвуковой дальномер HC-SR04	80	1	160
Инфракрасные датчики E18-D80NK	150	3	450
Набор для создания колесного робота с шасси	250	1	250
Макетировать	80	1	80
Набор гибких проводников	200	1	200
Батарейка	150	1	150
Итого:			1970

4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ:

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. Расчет затрат по данной статье заносится в табл.

При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены. Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного НТИ и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений.

Все расчеты по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации, но используемого для каждого исполнения конкретной темы, сводятся в таблицу 4.3.2.1:

Таблица 4.3.2.1 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Количество	Сумма, руб.
Паяльная станция	12640	1	12640
Персональный компьютер	20000	1	20000
Мультиметр	1500	1	1500
Итого:			34140

4.3.3 Основная заработная плата исполнительской темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и

тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в табл.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$\text{Дневная з/плата} = \frac{\text{Месячный оклад}}{25,17 \text{ дней}} \quad (4.3.3.1)$$

Расчеты затрат на основную заработную плату приведены в **错误!未找到引用源** . При расчете учитывалось, что в году 302 рабочих дня и, следовательно, в месяце 25,17 рабочих дня. Также был принят во внимание коэффициент $K = K_{\text{пр}} \times K_{\text{рк}}$, который учитывает коэффициент по премиям $K_{\text{пр}} = 0,3$ и районный коэффициент $K_{\text{рк}} = 0,3$.

В таблице 4.3.3.1 представлены затраты на основную заработную плату:

Таблица 4.3.3.1 – Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	Оклад руб/мес.	Среднедневная ставка, руб./день	Затраты времени, дни	Коэффициент	Фонд з/п, руб.
Научный руководитель	25000	993,25	13,4	1,69	22493,1395
Студень	15000	595,95	101,8	1,69	102528,43
Итого:					125021,5695

4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (4.3.4.1)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2018 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1

ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2018 году водится пониженная ставка – 27,1%.

В таблице 4.3.4.1 представлены данные об отчислениях во внебюджетные фонды:

Таблица 4.3.1.1 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
НР	22493,1395	—
С	102528,43	—
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	$k_{\text{внеб}} = 27,1\%$	
Итого:	33880,8453345	

4.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \times k_{\text{нр}} \quad (4.3.5.1)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$З_{\text{накл}} = (33880,8453345 + 125021,5695 + 34140 + 1970) \cdot 0,16 \quad (4.3.5.2)$$

$$З_{\text{накл}} = 31201,98637352 \quad (4.3.5.3)$$

4.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 4.3.6.1:

Таблица 4.3.6.1 – Расчёт бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты НТИ	1970
Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	34140
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	125021,5695
Отчисления во внебюджетные фонды	33880,8453345
Накладные расходы	31201,98637352
Бюджет затрат НТИ	226214,40120802

В результате планирования научно-исследовательской работы был разработан график проведения НТИ и определена структура работы. Продолжительность работ составляет 78 рабочих дней. Бюджет затрат НТИ составил 226214,40120802 рублей.

4.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ, ФИНАНСОВОЙ, БЮДЖЕТНОЙ, СОЦИАЛЬНОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i , – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы 4.4.1.

Таблица 4.4.1 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования/Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп1	Исп2	Исп3
Способствует росту производительности труда	0,1	3	3	4
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,3	4	5	3
Помехоустойчивость	0,1	4	4	4
Энергосбережение	0,1	5	5	5
Надежность	0,2	5	4	4
Материалоемкость	0,2	5	4	4
Итого	1			

Тогда значение интегрального показателя для каждого использования будет:

$$I_{p-исп1} = 4,45$$

$$I_{p-исп2} = 3,5$$

$$I_{p-исп3} = 3,7$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки (Исп) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{I_{\text{р-исп.}i}}{I_{\text{финр.}i}}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (Эср):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.}i}}{I_{\text{исп.}i+1}}$$

Таблица 4.4.2 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,45	3,5	3,7
3	Интегральный показатель эффективности	4,45	3,5	3,7
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,21	1	1

5. Социальная ответственность

Введение

Научно-исследовательская работа выполнялась в отделении автоматизации и робототехники ШБИП ТПУ. Рабочей зоной являлись 2 лаборатории общей площадью 30м², включающее 2 персональных компьютера, оптический микроскоп, микротвердомер ПМТ-3,

микротвердомер МОВ-1-16х, установка УМП-7, полировально-шлифовальный станок. Постоянным рабочим местом является обе лаборатории, так как работа осуществлялась в различных пунктах рабочей зоны (ГОСТ 12.1.005 – 88).

Научно-исследовательская работа заключалась в сравнении свойств металлических напыленных образцов, полученных из отожженного и сырого порошка никеля и вольфрама. Снасло их напылились, далее измеряли физические и технологические параметры напыленных покрытиях. После чего наблюдали структуры и измеряли все интересующие параметры: макроструктуры, микроструктуры, микротвердость на микротвердомере ПМТ-3, размер пор с помощью металлографического микроскопа ЛабоМет-И.

5.1 Производственная безопасность

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы: наличие - а) не комфортных метеоусловий; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) недостаточной освещенности; д) электромагнитного излучения;

5.1.1.1 Метеоусловия

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма

иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ($\varphi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\varphi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года применяются средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице.

Таблица 1 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °C	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	≤ 0.1
Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	≤ 0.2

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

5.1.1.2 Вредные вещества

Среди химических веществ, выделяющихся при работе на станках, наибольший вред приносят: пылевыведение, сопровождающиеся процессы абразивной обработки металлов (зачистка, полирование, шлифование и др.), а также при работе с СОЖ.

В составе современных жидкостей содержатся различные ингибиторы коррозии, противозадирные присадки, гликоль, анионоактивные и неионогенные эмульгаторы, индустриальные и минеральные масла, масляный асидол, едкий натр, бактерицидные препараты (каустическая сода, хлорпарафины и т. д.). Безусловно, такое разнообразие химических веществ, входящих в состав СОЖ, определяет необходимость постоянного контроля их содержания и условий применения. Нельзя сказать, что за последние два десятилетия на предприятиях машиностроения ничего не сделано в области снижения вредного воздействия охлаждающих эмульсий на организм человека и окружающую среду. Большинство предприятий отказались от использования охлаждающих растворов на основе нитрата натрия, других ядовитых химических веществ. Так же со временем в любой СОЖ бурно развиваются микроорганизмы (бактерии), которые формируют особую дисперсную фазу с размером частиц 0,2—10 мкм. Эти бактерии прогрессируют в водных растворах в форме палочек и кокков. Поскольку прогрессирующее развитие бактерий в среде «масло—вода» приводит к изменению структурно-механических характеристик СОЖ, бактерии, уничтожая органические компоненты, высвобождают из эмульсий масло (диэлектрик). Все это влияет на электропроводность жидкостей, увеличивая ее. Не углубляясь во все тонкости микробиологии, в целом совокупность веществ, входящих в состав

водных эмульсий, можно характеризовать и как питательную среду для развития бактерий и грибов.

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

В целях обеспечения безопасности работников на рабочих местах применяют СИЗ: защитные перчатки, очки, спец. одежда, респиратор.

5.1.1.3. Производственный шум

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на

рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

СИЗ

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

5.1.1.4 Освещенность

Согласно СНиП 23-05-95 в офисе должно быть не менее 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 10$ м, ширина $B = 8$ м, высота = 3,5 м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1,0$ м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B,$$

где A – длина, м; B – ширина, м.

$$S = 10 \times 8 = 80 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения покрашенных светло-зеленых стен с окнами, без штор $\rho_c = 40\%$, свежепобеленного потолка $\rho_{\text{п}} = 70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_z = 1,2$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛТБ-40, световой поток которой равен $\Phi_{\text{лд}} = 3000$ Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР –2-40.

Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1200 мм, ширина – 260 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda = 1,2$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$h = h_n - h_p$, где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса, h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м.}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{8}{2,4} = 3,3 \approx 3$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{10}{2,4} = 4,16 \approx 4$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 3 \cdot 4 = 12$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,4}{3} = 0,8 \text{ м}$$

Размещаем светильники в два ряда.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{10 \cdot 8}{2,0 \cdot (9 + 7)} = 1,97$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при $\rho_{\Pi} = 70 \%$, $\rho_{\Sigma} = 40\%$ и индексе помещения $i = 1,97$ равен $\eta = 0,65$.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{п}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,65} = 4061 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% = \frac{2600 - 2457,45}{2457,45} \cdot 100\% = -6,1\%.$$

Таким образом: $-10\% \leq -6,1\% \leq 20\%$, необходимый световой поток

5.1.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

5.1.2.1 Факторы электрической природы

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к

имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.

3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Бюро относится к помещению без повышенной опасности поражения электрическим током. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Основными электрозащитными средствами в электроустановках напряжением до 1000 В являются диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения.

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

Дополнительные электрозащитные средства в электроустановках.

Дополнительными электрозащитными средствами являются диэлектрические галоши (боты), сапоги, диэлектрические резиновые коврики, дорожки и изолирующие подставки.

Диэлектрические боты, галоши и сапоги применяют для изоляции человека от основания, на котором он стоит. Боты применяют в электроустановках любого напряжения, а галоши и сапоги — только при напряжении до 1000 В.

Диэлектрические коврики и дорожки — это изолирующие основания. Их применяют в закрытых электроустановках любого напряжения.

Изолирующие подставки также изолируют человека от грунта или пола. В электроустановках напряжением до 1000 В изолирующие подставки выполняют без фарфоровых изоляторов, а выше 1000 В — обязательно на фарфоровых изоляторах.

5.1.2.2. Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Для перехода к безотходным производствам в бюро необходимо осуществлять все работы в электронном виде, без использования принтеров соответственно бумаги.

Так же необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика.

Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

Также необходимо утилизировать средства освещения. Все известные сегодня способы утилизации (демеркуризации)

люминесцентных ламп очень трудоемки, опасны, энергозатратны и экономически нецелесообразны: стоимость подобной операции практически сравнима со стоимостью новой лампы. Технология новосибирских водников дешева и экологически безопасна. Специальный химический раствор позволяет полностью удалить все опасные компоненты люминофорного слоя со стекла, и после дальнейшей переработки, использовать их повторно, как впрочем, и само стекло, и цоколи.

5.2. Экологическая безопасность

Защита атмосферы

Для защиты от загрязнения атмосферного воздуха на экологическое время применение следующих мер защиты:

- экологизацию технологических процессов;
- очистки газа от вредных примесей;
- рассеивание газовых выбросов в атмосфере;
- соблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ;
- Приборы санитарно-план строительства защита зоны и т. д.

Экологизация технологических процессов-создание замкнутого технологического цикла, без отходов и малу линии технологии, для предотвращения попадания в атмосферу вредных веществ грязная. Кроме того, предварительная очистка топлива или замена его более экологичными типами, приложения гидрообеспыливания, перераспределения газа, передача в сектор электроэнергии и др.

Очистка газов от вредных примесей. Нынешний технический уровень не позволил добиться всеобъемлющего предупреждению преступности вредных примесей в атмосфере и выбросов газа. В широко различных способ

заключается в использовании очистки отработавших газов, аэрозолей (пыли) и токсичных газов и загрязняющих веществ (NO, NO₂, SO₂, SO₃ и др.).

Объем выбросов от аэрозолей, использование различных типов оборудования, в зависимости от степени запыленности воздуха, размеров твердых частиц и требуемого уровня очистки: сухие пылеуловители (циклоны, пылеосадительные камеры), влажная уборка: пылеуловители (скрубберы и др.), фильтры, электрофильтры (каталитические, поглощения, адсорбционные) и другие технологии очистки природного газа от токсичных газов и паров загрязняющих веществ.

Рассеивание газовых примесей в атмосфере является снижением его концентрации риска, – это снижение их опасных концентраций до уровня соответствующего ПДК путем рассеивания пылегазовых выбросов с помощью высоких дымовых труб. Высшее руководство, более рассеянный эффект. К сожалению, такой подход позволяет снизить локальное загрязнение, но это показывает летней областью.

Устройства санитарно-защитных зон и деятельность по планированию строительства.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – это полоса, отделяющая источники промышленного загрязнения от жилых или общественных зданий для защиты населения от влияния вредных факторов производства. Ширина этих зон составляет от 50 до 1000 м в зависимости от класса производства, степени вредности и количества выделяемых в атмосферу веществ. При этом граждане, чье жилище оказалось в пределах СЗЗ, защищая свое конституционное право на благоприятную среду, могут требовать либо прекращения экологически опасной деятельности предприятия, либо переселения за счет предприятия за пределы СЗЗ.

Архитектурно-планировочные мероприятия включают правильное взаимное размещение источников выброса и населенных мест с учетом

направления ветров, выбор под застройку промышленного предприятия ровного возвышенного места, хорошо продуваемого ветрами и т. д.

Защита гидросферы

Защита поверхностных вод от засорения, загрязнения и истощения.

Для предотвращения от засорения принимать меры по устранению в водах и реки строительного мусора, твердых отходов, где разработка грунта и других объектов, могут негативно влиять на качество воды, условия обитания рыб и др.

Важный и очень сложный вопрос о защите водных источников от загрязнения. Для достижения этой цели, включая следующие мероприятия:

- развитие безотходных и безводных технологий, использования систем оборотного водоснабжения, утилизации отходов;
- очистка промышленных, городских и очистки сточных вод, и др.;
- передача сточных вод на другие предприятия, которые накладывают менее жесткие требования по качеству воды и если, в ней содержатся примеси, следовательно, не оказывают вредного воздействия на технические процедуры этих предприятий, а, скорее, улучшают качества продукции (например, инфекционные очистки сточных вод химических производств, предприятий строительной индустрии производство);
- обезвреживания сточных вод и санитарная очистка в городах;
- очистка поверхностного стока с урбанизированных, промышленных территорий;
- создание водоохраных зон.

Методы очистки сточных вод. Учитывая многообразие со состава сточных вод существуют различные способы очистки: механическая очистка, физико-химические, химические, биологические и др. В зависимости от характера загрязнения и уровней рисков очистки сточных вод может сделать какой-либо метод или набор методов (комбинированный способ).

При механической очистке путем процеживания, отстаивания и фильтрования удаляют нерастворимые механические примеси. Для этой цели используют решетки, песколовки, песчаные фильтры, отстойники различных типов. Вещества, плавающие на поверхности сточных вод (нефть, смолы, масла, жиры, полимеры и др.), задерживают нефть- и жироловушками или другого вида уловителями, путем слива верхнего слоя, содержащего плавающие вещества.

Химические и физико-химические методы используются для очистки ключевых промышленных сточных вод.

При химической очистке сточных вод, вводятся в специальные реагенты (известь, карбонат натрия, аммиак и др.), это взаимодействие с загрязнителями и выпадение в осадок.

Физические и химические очистки чаще используют коагуляции, сорбции, флотации и др.

Очистка коммунальных, промышленных сточных вод, нефтеперерабатывающих заводов, пищевых предприятий по механической обработке применение биологических методов. Этот метод основан на способности природных микроорганизмов для их развития, органические вещества и некоторые неорганические соединения разлагаются, содержащихся в сточной воде. Более чистого производства. Правительственные искусственные сооружения (аэрационные, биофильтры, метантанк и др.) и в естественных условиях (поля фильтрации, поля орошения, органогенные пруды, и др.). В очистку сточных вод используется осадок и сняв высохшую на кровати обезвоживания осадка и затем используется в качестве удобрения. Однако, в биологической очистке, проблемы бытовых сточных вод и промышленных сточных вод, содержащих тяжелые металлы и другие вредные вещества, эти загрязнения собираются в осадок и их использование в качестве исключены удобрений. Это приводит к вопросу обработки осадка, очистки сточных вод во многих городах Украины, включая Харьков.

Важную роль защиты в любом водоеме выполняют водоохранные зоны, это специальные зоны устраивают вдоль берегов рек, водохранилищ, озер. Основной задачей является защита водных объектов от загрязнения, засорения, эрозии поверхности осадок стоком. Ширина водоохраных зон может составлять от 100 до 300 м и более. В пределах водоохраной зоны почва должна быть закреплена растительностью, высажены защитные лесные полосы, запрещается хозяйственная деятельность: распашка земель, выпас скота, применение ядохимикатов, удобрений, производство строительных работ, размещение складов, гаражей, животноводческих комплексов и др.

Мониторинг качества воды продолжается для оценки возможности его использования для хозяйственно-питьевого, культурно-бытового, рыб хозяйственного и технического задания. Для того, чтобы оценить качество воды, анализировать его физических свойств и состава.

Определяют вкус, запах, температуру, мутность, прозрачность, содержание растворенного кислорода, биохимическое потребление кислорода, кислотность, содержание вредных веществ, а объем кишечного палки в литре воды. Все суммы, не должны превышать нормативные требования.

Основные мероприятия по защите подземных вод, чтобы предотвратить повреждение резерва (путем регулирования водосбора) и загрязнения.

Защита литосферы

Общая характеристика.

Различают природные и антропогенные загрязнения почвы. Природный загрязнение почв в результате естественных процессов в биосфере, произошел без вмешательства человека и приводящих к поступлению в почву химических веществ, которые происходят гидросферы, атмосферы, гидросферы или литосферы, например, из-за выветривания горных пород или осадков в виде дождя или снега, зачистки грязная материалов в атмосферу.

Наиболее опасные природные экосистемы и человека антропогенного загрязнения почвы, особенно техногенного человеческого происхождения. Наиболее распространенными загрязнителями называется удобрения, пестициды, тяжелые металлы и других веществ из промышленных источников. Источники загрязняющих веществ в почве. Можно выделить следующие основные типы источников загрязнения почвы:

- 1) атмосферные осадки в виде дождя, снега и др.;
- 2) сброс твердых и жидких отходов от промышленных источников;
- 3) использование пестицидов и удобрений в сельскохозяйственном производстве.

Мы рассматриваем только на вопросы твердых и жидких отходов промышленного происхождения;

Основные виды промышленных отходов-это отходы шлаки тепловых электростанций и металлургических фабрик, отвалы пород горнодобывающих и горно-обогачительных предприятий, строительный мусор, осадки гальванических производств и т.д.

Промышленные отходы:

Отходами производства следует считать остатки сырья, материалов или полуфабрикатов, образовавшиеся при изготовлении продукции и полностью или частично утратившие свои потребительские свойства, а также продукты физико-химической или механической переработки сырья, получение которых не являлось целью производственного процесса и которые в дальнейшем могут быть использованы в народном хозяйстве как готовая продукция после соответствующей обработки или в качестве сырья для переработки.

Утилизация твердых отходов:

Утилизация представляет собой переработку отходов, имеющую целью использование полезных свойств отходов или их компонентов. В этом случае отходы выступают в качестве вторичного сырья.

По агрегатному состоянию отходы разделяются на твердые и жидкие; по источнику образования – на промышленные, образующиеся в процессе производства (металлический лом, стружка, пластмассы, зола и т.д.), биологические, образующиеся в сельском хозяйстве (птичий помет, отходы животноводства и растениеводства и др.), бытовые (в частности, осадки коммунально-бытовых стоков), радиоактивные. Кроме того, отходы разделяются на горючие и негорючие, прессуемые и не прессуемые.

При сборе отходы должны разделяться по признакам, указанным выше, и в зависимости от дальнейшего использования, способа переработки, утилизации, захоронения.

После сбора отходы подвергаются переработке, утилизации и захоронению. Перерабатываются такие отходы, которые могут быть полезны. Переработка отходов – важнейший этап в обеспечении безопасности жизнедеятельности, способствующий защите окружающей среды от загрязнения и сохраняющий природные ресурсы.

Вторичное использование материалов решает целый комплекс вопросов по защите окружающей среды. Например, использование макулатуры позволяет при производстве 1 т бумаги и картона экономить 4,5 м³ древесины, 200 м³ воды и в 2 раза снизить затраты электроэнергии. Для изготовления такого же количества бумаги требуется 15–16 взрослых деревьев. Большую экономическую выгоду дает использование отходов из цветных металлов. Для получения 1 т меди из руды необходимо добыть из недр и переработать 700–800 т рудоносных пород.

Пластмассы в виде отходов естественным путем разлагаются медленно, либо вообще не разлагаются. При их сжигании атмосфера загрязняется ядовитыми веществами. Наиболее эффективными способами предотвращения загрязнения среды пластмассовыми отходами является их вторичная переработка (рецикле) и разработка биodeградирующих полимерных материалов. В настоящее время в мире утилизируется лишь небольшая часть

из ежегодно выпускаемых 80 млн. т пластмасс. Между тем, из 1 т отходов полиэтилена получается 860 кг новых изделий. 1 т использованных полимеров экономит 5 т нефти.

Широкое распространение получила термическая переработка отходов (пиролиз, плазмолиз, сжигание) с последующим использованием теплоты. Мусор сжигающие заводы должны оборудоваться высокоэффективными системами пыле- и газоочистки, так как существуют проблемы с образованием газообразных токсичных выбросов.

Отходы, не подлежащие переработке и дальнейшему использованию ресурсов похоронен, подвергаются захоронению на полигонах. Полигоны должны располагаться вдали от водоохраных зон и иметь санитарно-защитные зоны. В местах складирования выполняется гидроизоляция для исключения загрязнения грунтовых вод.

Переработка твердых бытовых отходов широко используются методы биотехнологии: аэробное компостирование, анаэробное компостирование или анаэробное сбраживание.

5.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории A_n , B_n , B_n , G_n и D_n .

Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

а) использование только исправного оборудования;

б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;

д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;

е) курение в строго отведенном месте;

ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок,

находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы была подобрана необходимая аппаратура для создания автоматического следящего робота. Была произведена сборка устройства на базе платформы Arduino UNO.

Для управления направлением движения мобильного робота использовались три инфракрасные датчики один ультразвуковой дальномер. Инфракрасные датчики обеспечивают обнаружение относительного направления объекта от робота, ультразвуковой датчик измеряет расстояние между роботом и объектом. Для регулирования скорости движения робота использовался ПИД-регулятор. В соответствии с разности заданного и текущего расстояния до объекта регулирует скорость движения. Подбор коэффициентов ПИД-регуляторов производился экспериментальным путем.

Результатом выполнения работы является создание устройства, обеспечивающего автоматическое следование. Был написан программный код для создания системы автоматизированного управления движением, реализующей автоматическое следование за объектом и держание определенного расстояния до объекта.

На базе данной разработки планируется создание лабораторного стенда, позволяющего обучающимся подбирать настройки ПИД-регулятора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Arduino UNO | Аппаратная платформа Arduino [Электронный ресурс] URL: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardUno>
2. Программирование Ардуино | Аппаратная платформа Arduino [Электронный ресурс] URL: <http://arduino.ru/Reference>
3. Среда разработки Arduino | Аппаратная платформа Arduino [Электронный ресурс] URL http://arduino.ru/Arduino_environment
4. Motor Shield – L298N [Электронный ресурс] URL: <https://jingyan.baidu.com/article/fdbd4277a493ebb89e3f489e.html>
5. Ardumoto L298N [Электронный ресурс] URL: <http://www.elecfans.com/dianzichangshi/20171211600733.html>
6. Ультразвуковой датчик измерения расстояния HC-SR04 [Электронный ресурс] URL: <http://robocraft.ru/blog/electronics/772.html>
7. Ультразвуковой датчик измерения расстояния HC-SR04 [Электронный ресурс] URL: https://blog.csdn.net/weixin_39513374/article/details/78645941
8. Инфракрасный датчик E18-D80NK [Электронный ресурс] URL: <https://jingyan.baidu.com/article/cbcede07c5a0d502f40b4da4.html>
9. Инфракрасный датчик E18-D80NK [Электронный ресурс] URL: <http://www.docin.com/p-1530113012.html>
10. Принцип действия слеящего робота [Электронный ресурс] URL: <https://www.zhihu.com/question/35056366>
11. Математическое описание слеящей системы [Электронный ресурс] URL: https://blog.csdn.net/qg_16583687/article/details/52084987
12. Борцов Ю.А., Второв В.Б. Математические модели и алгебраические методы расчета автоматических систем. Учеб. пособие. СПб.: ЭТИ, 1992.

13. Методы классич. и соврем. теории автоматического управления: Учеб. в 3-х т. Т.1 /Под. ред. Н. Д. Егупова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000.
14. Барсуков, А.П. Кто есть кто в робототехнике / А.П. Барсуков. - М.: Книга по Требованию, 2010. - 128
15. Предко, М. 123 эксперимента по робототехнике / М. Предко. - М.: СПб. [и др.] : Питер, 2007. - 544 с.
16. Сведение алгоритма автоматического следования [Электронный ресурс]
URL:
<https://blog.csdn.net/yiranhaiziqi/article/details/53303747?locationNum=10&fps=1>
17. Алгоритма автоматического следования GiyHub [Электронный ресурс]
URL: https://github.com/TianyeAlex/tracker_kcf_ros
18. Сведение технологии позиционирования [Электронный ресурс] URL:
<https://www.zhihu.com/question/35644548>
19. Технологии позиционирования в помещении [Электронный ресурс]
URL: <https://jingyan.baidu.com/article/54b6b9c08499332d583b47d8.html>
20. ПИД-регулятор помещения [Электронный ресурс] URL:
<https://www.arduino.cn/thread-15176-1-2.html>
21. ПИД-регулятор помещения [Электронный ресурс] URL:
<https://www.arduino.cn/thread-3826-1-1.html>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Листинг программы

```
#include <PID_v1.h>

int Leftgo=5; //左前进
int Leftback=4; //左后退
int Rightgo=7; //右前进
int Rightback=6; //右后退
int Lspeed=10;
int Rspeed=11;
int go_speed=60;
int back_speed=40;
int turning_spd=20;
int S_L=2; //红外左
int S_R=3; //红外右
int S_C=12; //红外中
const int TrigPin = 8; //超声触发
const int EchoPin = 9; //超声距离
int SL;
int SR;
int SC;
double Dist;

double Setpoint=16;
double Output_go;
double Output_back;
double kp=2, ki= 5, kd=1;
PID PID_go(&Dist, &Output_go, &Setpoint, kp, ki, kd, REVERSE);
PID PID_back(&Dist, &Output_back, &Setpoint, kp, ki, kd, DIRECT);
```



```

void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    pinMode(Leftgo, OUTPUT);
    pinMode(Leftback, OUTPUT);
    pinMode(Rightgo, OUTPUT);
    pinMode(Rightback, OUTPUT);
    pinMode(Lspeed, OUTPUT);
    pinMode(Rspeed, OUTPUT);
    pinMode(S_L, INPUT);
    pinMode(S_R, INPUT);
    pinMode(S_C, INPUT);
    pinMode(TrigPin, OUTPUT);
    pinMode(EchoPin, INPUT);
    Serial.begin(9600);
}

void run() {
    digitalWrite(Rightgo, HIGH); // 右电机前进
    digitalWrite(Rightback, LOW);

    digitalWrite(Leftgo, LOW); // 左电机前进
    digitalWrite(Leftback, HIGH);

    analogWrite(Lspeed, go_speed);
    analogWrite(Rspeed, go_speed);
    Serial.println("Run");
}

```

```

void turn_L() {
    digitalWrite(Rightgo, LOW); // 右电机前进
    digitalWrite(Rightback, HIGH);

    digitalWrite(Leftgo, LOW); // 左轮后退
    digitalWrite(Leftback, HIGH);

    analogWrite(Lspeed, turning_spd);
    analogWrite(Rspeed, turning_spd);

    Serial.println("Turn left");
}

void turn_R() {
    digitalWrite(Rightgo, HIGH); // 右电机后退
    digitalWrite(Rightback, LOW);

    digitalWrite(Leftgo, HIGH); // 左电机前进
    digitalWrite(Leftback, LOW);

    analogWrite(Lspeed, turning_spd);
    analogWrite(Rspeed, turning_spd);
    Serial.println("Turn right");
}

```

```

void back() {
    digitalWrite(Rightgo, LOW); //右轮后退
    digitalWrite(Rightback, HIGH);

    digitalWrite(Leftgo, HIGH); //左轮后退
    digitalWrite(Leftback, LOW);

    analogWrite(Lspeed, back_speed);
    analogWrite(Rspeed, back_speed);

    Serial.println("Back");
}

void brake() {
    digitalWrite(Rightgo, LOW);
    digitalWrite(Rightback, LOW);

    digitalWrite(Leftgo, LOW);
    digitalWrite(Leftback, LOW);
    Serial.println("Stop");
}

void actEcho() {
    digitalWrite(TrigPin, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(TrigPin, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(TrigPin, LOW);
}

```

```

void Robot_Following() {
    SL=digitalRead(S_L);
    SR=digitalRead(S_R);
    Dist=abs(Dist);
    Serial.println(Dist);
    if (!SR&&SL) {
        turn_R();
    } else if(!SL&&SR) {
        turn_L();
    } else if(Dist>30&&SC) {
        turn_R();
        Serial.println("target lost");
    } else if(Dist<30&&SC) {
        run();
        Serial.println("following target");
    } else if(!SC) {
        if(Dist<10) {
            back();
        }
        else
            brake();
        Serial.println("catch target");
    }
}

```

```

    PID_go.SetMode(AUTOMATIC);
    PID_back.SetMode(AUTOMATIC);
    PID_go.SetOutputLimits(40, 80);
    PID_back.SetOutputLimits(40, 80);
}

void loop() {
    // put your main code here, to run repeatedly:
    while(1) {
        actEcho();
        Dist=pulseIn(EchoPin, HIGH) / 58;
        PID_go.Compute();
        PID_back.Compute();
        go_speed=Output_go;
        back_speed=Output_back;
        Robot_Following();
    }
}

```